

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра Инженерной гидрологии

Рабочая программа дисциплины

СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГИДРОЛОГИИ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки:

05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Прикладная гидрология

Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная/заочная

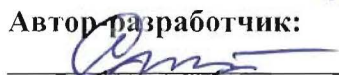
Согласовано
Руководитель ОПОП

 Сакович В.М.

Председатель УМС
 И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
24 июня 2021 г., протокол № 9

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«31» мая 2021 г., протокол № 20/21-10
Зав. кафедрой  Хаустов В.А.

Автор-разработчик:
 Сикан А.В.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка бакалавров прикладной гидрометеорологии, обучающихся по профилю прикладная гидрология, обладающих знаниями в области теории случайных процессов и способных применить эти знания при анализе рядов гидрологических характеристик.

Задачи: Изучение методов анализа временных рядов, используемых в практике гидрологических расчетов.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Случайные процессы в гидрологии» относится к дисциплинам по выбору части Блока 1. Дисциплины (модули), формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина читается в шестом семестре для очной формы обучения и на четвертом курсе для заочной формы обучения.

Для изучения данной дисциплины студенты должны освоить дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика», «Гидрология суши».

Параллельно с дисциплиной «Случайные процессы в гидрологии» изучаются дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений: «Математическое моделирование гидрологических процессов», «Гидравлика (речная)», «Гидрологические расчеты», «Водно-технические изыскания»; а также дисциплина по выбору: «Гидрологическое обеспечение хозяйственной деятельности».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

ПК-4, ПК-5

Таблица 1

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-4. Способен анализировать явления и процессы в природной среде, выявлять их закономерности	ПК-4.1. Осуществляет анализ явлений и процессов, происходящих в природной среде, на основе данных наблюдений, экспериментальных и модельных данных ПК-4.2. Выявляет закономерности и аномалии происходящих процессов в природной среде, в том числе в результате антропогенной деятельности	Знать: • источники гидрометеорологической информации; • основные положения теории случайных процессов; • методы математического описания и статистического анализа гидрометеорологических процессов; • основные физические закономерности развития гидрологических процессов, влияние на них климатических и антропогенных факторов; • методы моделирования искусственных гидрологических рядов. Уметь: • проводить проверку гидрологических
ПК-5. Способен выбирать и применять на практике методы инженерных расчетов гид-	ПК-5.1. Применяет на практике методы и технологии анализа и расчета состояния водных объектов	

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
рометеорологических характеристик, проводить анализ полученных результатов	ПК-5.2. Осуществляет критический анализ полученных результатов, дает рекомендации по использованию результатов	рядов на однородность и случайность; • обрабатывать и интерпретировать информацию о состоянии водных объектов, оценивать качество этой информации; • оценивать параметры вероятностных моделей по эмпирическим данным; • использовать результаты статистического анализа при разработке вероятностного прогноза водного режима рек и озер. Владеть: • терминологией; • методами решения гидрологических задач с привлечением современных вычислительных средств.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 2

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Объем дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	12
в том числе:	-	-
лекции	14	6
занятия семинарского типа:		
практические занятия	28	6
лабораторные занятия		
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	66	96
в том числе:	-	-
курсовая работа	-	
контрольная работа	-	10
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Закон распределения и основные характеристики случайных процессов	6	4	6	12	Собеседование	ПК-4 ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.1 ПК-5.2
2	Стационарные случайные процессы	6	4	6	12	Собеседование	ПК-4 ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.1 ПК-5.2
3	Периодически нестационарные случайные процессы	6	2	4	14	Защита практич. работы	ПК-4 ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.1 ПК-5.2
4	Оценка характеристик случайных процессов по эмпирическим данным	6	2	6	14	Защита практич. работы	ПК-4 ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.1 ПК-5.2
5	Моделирование искусственных гидрологических рядов	6	2	6	14	Защита практич. работы	ПК-4 ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.1 ПК-5.2
ИТОГО		-	14	28	66	-	-	-

Таблица 4

Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Год	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Закон распределения и основные характеристики случайных процессов	4	2	2	18	Защита практич. работы	ПК-4 ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.1 ПК-5.2
2	Стационарные случайные процессы	4			18		ПК-4 ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.1 ПК-5.2
3	Периодически нестационарные случайные процессы	4	2	2	20	Защита практич. работы	ПК-4 ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.1 ПК-5.2
4	Оценка характеристик случайных процессов по эмпирическим данным	4			20		ПК-4 ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.1 ПК-5.2
5	Моделирование искусственных гидрологических рядов	4	2	2	20	Защита практич. работы	ПК-4 ПК-5	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.1 ПК-5.2
ИТОГО		-	6	6	96	-	-	-

4.3. Содержание разделов/тем дисциплины**1. Закон распределения и основные характеристики случайных процессов**

Определение случайного процесса. Реализация и сечение случайного процесса. Классификация случайных процессов «по времени» и «по состояниям». Закон распределения. Математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция случайного процесса.

2. Стационарные случайные процессы

Определение стационарного случайного процесса. Эргодическое свойство. Элементарные случайные процессы. Каноническое разложение случайного процесса. Спектр случайного процесса. Случайные процессы с независимыми сечениями. Гауссовские слу-

чайные процессы. Марковские случайные процессы.

3. Периодически нестационарные случайные процессы

Определение периодически нестационарного случайного процесса. Периодически коррелированные случайные процессы (ПКСП). Основные характеристики ПКСП. Сглаживание и фильтрация.

4. Оценка характеристик случайных процессов по эмпирическим данным

Определение характеристик случайного процесса по множеству реализаций. Определение характеристик стационарного эргодического процесса по одной реализации. Определение характеристик периодически коррелированного случайного процесса по одной реализации. Нестационарные гидрометеорологические процессы.

5. Моделирование искусственных гидрологических рядов

Метод статистических испытаний. Датчики случайных чисел. Алгоритмы моделирования искусственных гидрологических рядов.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Определение случайного процесса. Реализация и сечение случайного процесса. Классификация случайных процессов «по времени» и «по состояниям»	2	2
1	Закон распределения случайного процесса.	2	2
1	Математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция случайного процесса.	2	2
2	Определение стационарного случайного процесса. Эргодическое свойство. Элементарные случайные процессы.	2	2
2	Каноническое разложение случайного процесса. Спектр случайного процесса.	2	2
2	Случайные процессы с независимыми сечениями. Гауссовские случайные процессы. Марковские случайные процессы.	2	2
3	Определение периодически нестационарного случайного процесса. Периодически коррелированные случайные процессы (ПКСП). Основные характеристики ПКСП.	2	2
3	Сглаживание и фильтрация.	2	2

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
4	Определение характеристик случайного процесса по множеству реализаций.	2	2
4	Определение характеристик стационарного эргодического процесса по одной реализации.	2	2
4	Определение характеристик периодически коррелированного случайного процесса по одной реализации.	2	2
5	Метод статистических испытаний. Датчики случайных чисел.	2	2
5	Алгоритмы моделирования искусственных гидрологических рядов.	2	2
5	Моделирование искусственных рядов с использованием пакета анализа MS Excel.	2	2

Таблица 6

Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
3	Сглаживание и фильтрация.	2	2
4	Определение характеристик случайного процесса по множеству реализаций.	2	2
5	Моделирование искусственных гидрологических рядов с использованием пакета анализа MS Excel	2	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать учебный материал. Для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, базовый учебник [1], презентации лекций и методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины «Случайные процессы в гидрологии»

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля – 70
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации – 20
- максимальное количество дополнительных баллов - 15

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачет**.

Форма проведения **зачета**: устно.

Перечень вопросов для подготовки к зачету

ПК-4

1. Что называется случайным процессом?
2. Что называется реализацией случайного процесса?
3. Что называется сечением случайного процесса?
4. Что характеризует одномерный закон распределения случайного процесса?
5. Что характеризует двумерный закон распределения случайного процесса?
6. Что такое *Математическое ожидание* случайного процесса?
7. Что такое *Дисперсия* случайного процесса?
8. Что такое *Корреляционная функция* случайного процесса? Что такое *Нормированная корреляционная функция* случайного процесса?
9. Какой процесс называется *стационарным* в широком смысле?
10. Что такое *эргодический* случайный процесс?

ПК-5

11. Как производится оценка математического ожидания и дисперсии случайного процесса по множеству реализаций?
12. Как производится оценка математического ожидания и дисперсии стационарного эргодического случайного процесса?
13. Как производится оценка корреляционной функции случайного процесса по множеству реализаций? Что такое *автокорреляционная функция*?
14. Что такое *элементарный* случайный процесс?
15. Что такое каноническое разложение случайного процесса?
16. Что характеризует спектр стационарного случайного процесса?
17. Процессы с независимыми сечениями, Гауссовские процессы, Марковские процессы – дать определения.
18. Что такое периодически коррелированные (ПКСР) случайные процессы?
19. Какие Вы знаете методы сглаживания гидрологических рядов?
20. Что такое закон равномерной плотности? Параметры распределения закона равномерной плотности.
21. Какие существуют методы моделирования случайных чисел равномерно распределенных на отрезке от 0 до 1.
22. Как производится моделирование искусственных гидрологических рядов? Что такое метод обратной функции? Для каких законов распределения можно аналитически выразить обратную функцию?
23. Как производится моделирование случайных последовательностей с использованием пакета анализа в Microsoft Excel.
24. Как устанавливается начальное значение датчика случайных чисел в Microsoft Excel и на что влияет начальное значение датчика случайных чисел?

Перечень практических заданий к зачету

ПК-4

Задание №1

Расчет статистических характеристик случайного процесса по эмпирическим данным на примере среднемесячных уровней (или расходов) воды озера (или реки) _____

ПК-5

Задание №2

Сглаживание и фильтрация гидрологических рядов

Задание №3

Моделирование искусственных гидрологических рядов

6.3. Бально-рейтинговая система оценивания

Таблица 7

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Выполнение лабораторных работ	0-70
Промежуточная аттестация	0-20
ИТОГО	0-100

Таблица 8

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в НИРС или Олимпиаде	10
Активность на учебных занятиях	5
ИТОГО	15

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 9

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Случайные процессы в гидрологии».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Сикан А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник – СПб.: РГТМУ, 2007. – 279 с. Электронный ресурс: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515132435.pdf

Дополнительная литература

1. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория случайных процессов и ее инженерные

- приложения. – М.: Наука, 1991. – 384 с.
2. Казакевич Д. И. Основы теории случайных функций в задачах гидрометеорологии. – Л.: Гидрометиздат, 1989. – 230 с.
 3. Соболев И. М. Метод Монте-Карло. Популярные лекции по математике, вып. 46. – М.: Наука, 1968. – 64 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Компания StatSoft Russia <http://www.statsoft.ru/>
2. IBM SPSS Statistics <http://www.predictivesolutions.ru/software/statistics.htm>
3. Statpoint Technologies, Inc. <http://www.statgraphics.com/>

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Microsoft Windows (48130165 21.02.2011)
2. Microsoft Office (49671955 01.02.2012)

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. ЭБС «ГидроМетеоОнлайн». Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ). Режим доступа: <https://нэб.рф>
3. ЭБС «Znanium». Режим доступа: <http://znanium.com/>
4. ЭБС «Перспектив Науки». Режим доступа: <http://www.prospektnauki.ru/>
5. Электронная библиотека РГО. Режим доступа: <http://lib.rgo.ru/dsweb/HomePage>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary;
2. База данных издательства SpringerNature;
3. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Режим доступа: <http://meteo.ru/>
4. National Climate Data Center. Режим доступа: <http://www.ncdc.noaa.gov>
5. National Geophysics Data Center. Режим доступа: <http://www.ngdc.noaa.gov>
6. Publishing Network for Geoscientific & Environmental Data. Режим доступа: <http://www.pangaea.de>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к

сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации. Самостоятельная работа проводится в читальном зале библиотеки, а также в лаборатории гидрологических расчетов, укомплектованной: компьютерами, копировально-множительной техникой, мультимедиа оборудованием (переносные проектор, экран).

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023 учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры инженерной гидрологии от 21.06.2022 № 11